

MADÁREVOLÚCIÓ: FAJKÉPZŐDÉS, FAJÖLTŐ, KIHALÁS VAGY VÁLTOZÁS?

Kessler Jenő

paleoornitológus, a biológiai tudomány kandidátusa
kessler_jeno@yahoo.com

A madarak kétségkívül a hüüllők egyik jól meghatározható típusának a leszármazottai. Ez a típus a diapszid (két pár halántéklakkal és két pár halántékívvel rendelkező koponyájú) hüüllők *Archosauria* néven ismert csoportja. Ebből fejlődtek ki a madarak mellett a krokodilok, a dinoszauruszok, a Pterosaurusok és más, kevésbé ismert őshüüllők is. Az *Archosauria* név E. D. Cope neves amerikai paleontológustól származik, 1869-ből, és kezdetben csak a krokodilok őseire vonatkozott. J. A. Gauthier (1984) alkalmazta azokra a diapszid hüüllőkre is, amelyeknek a koponyája egy szemgödör előtti nyílással rendelkezik.

Legelső képviselőjük a felső-permben élt *Archosaurus*, amelyet Közép-Oroszországból (Tatarinov, 1960), illetve Dél-Afrikából (Parrington, 1956) írtak le. Számos más területről is jelezték őket Észak-Amerikától Ausztráliáig. Egyik legismertebb képviselőjük az *Euparkeria* nevet viselő kistermetű őshüüllő volt, Dél-Afrika alsó-triász kori rétegeiből.

A középső-triásztól tudjuk két fő fejlődési vonalukat elkülöníteni: *Ornithodira* (Gauthier, 1984) és *Crocodylotarsi* (Benton – Clark, 1988). A madarakat az előbbiből származtathatjuk minden valószínűség szerint. Csak az a kérdés: mikortól, és milyen utat bejárva?

Sajnos erre nem tud ma a tudomány pontos választ adni, ugyanis a legősibb madártól

származónak tartott maradványok (az *Archaeopteryx*-leletek) csak jó 65–70 millió évvel későbbi rétegekből, a felső-jurából ismertek. Persze, ha nem vesszük számításba a Sankar Chatterjee által Texas felső-triászból leírt *Protoavis* leleteket (Chatterjee, 1994), amelyek egy, szerinte már kezdetleges repülésre is képes, két lábon járó, hosszú farkú lénytől származnak. Ezt viszont a szakemberek túlnyomó többsége vitatja – köztük jómagam is; abban egyet értek Chatterjee-vel, hogy a madárósnak ilyesféle lénynek kellett lennie, de az előzmények nélkül megjelenő repülési képességet nem tudom elfogadni.

A felső-triász és felső-jura közti időszávból nem ismerünk semmiféle ősmadárnak tulajdonítható leletanyagot. Ennek legvalószínűbb oka az lehet, hogy a Pangea egy bizonyos aránylag szűkebb területén történt meg az Archosauriák egyik törzseiből való kifejlődésük, és amikor futó-, úszó-, repülési képességeik révén szétterjedtek az őskontinenseken, az eredeti lakóhelyük, a fosszilis maradványokkal együtt, a kéregmozgások áldozatává vált (elsüllyedt, feldarabolódott, vulkanikus tevékenységek révén befedődött, víz alá került stb.). Utódaik pedig számbeli ritkaságuk és a kedvezőtlen tafonómiai körülmények következtében kevés fossziliát hagyhattak maguk után, s azokat sem fedezték meg fel.

Viszont a felső-jurából már több *Archaeopteryx*-típusú maradványt ismerünk Németországból, az alsó-krétából pedig már a gyíkfarkú madarak (*Sauriurae*) közé tartozó Archaeornithesek (*Archaeopteryx*, *Confuciusornis*) fejlettebb formáit magába foglaló csoportját, az Enantiornithidákat, sőt a valódi madarak (Ornithurae – Neornithes) számos leletét is, nemcsak Európából, hanem gyakorlatilag valamennyi kontinens területéről. Így kénytelen-kelletlen fel kell tenni a kérdést: mikor és hogyan alakultak ki ezek a madár-szerű lények, sőt már a valódi madarak is? Erre a kérdésre, mivel közvetlen bizonyítékok nem állnak a tudomány rendelkezésére, csak közvetett bizonyítékokkal, elsősorban visszakövetkeztetésekkel lehet válaszolni. Többségük eléggé meggyőzőnek is tűnik, csak éppen bizonyíthatatlan, s ráadásul egyikük sem képes minden felmerülő kérdésre választ adni.

Az 1970-es évekig még az előző évszázad végén és a XX. század elején kialakult hipotézisek, elképzelések voltak elfogadottak. Az *Archaeopteryx*-et tartották a mai madarak közvetlen őseinek, és az ebben az időben megjelent szinte valamennyi szakkönyvben vagy tudományismertető műben rajta kívül még két faj, a *Hesperornis* és az *Ichthyornis* szerepelt, mint már a modern madarak mezozoikumi képviselői. Közben ekkor már tucatnyi valódi madár maradványai voltak ismertek a krétából, több kontinens lelőhelyeiről.

A fordulópontot a már egy, a XIX. század második felében felmerült elképzelés újra felelevenítése képezte, miszerint a madarak a dinoszauruszok leszármazottjai lennének. Első hirdetője Thomas H. Huxley, aki már 1867-ben ennek tekintette az *Archaeopteryx*-et. 1973-ban John H. Ostrom a haarlemi (Hollandia) Tylér Múzeumban megtalált *Archaeopteryx*-lenyomat alapján indította újra útjára

a dinoszaurusz–madár leszármazás elméletét, amelyet ma már szinte kész tényként kezel nemcsak a paleontológusok egy része, de a sikeres propaganda eredményeként a laikus olvasó/nézőközönség is. Megjegyzendő, hogy fenti kövületet már jó öt évvel a solnhofeni *Archaeopteryx*-lelet előtt felfedezték 1856-ban, de az *Archaeopteryx* későbbi névadója Hermann von Meyer 1857-ben, toll-lenyomatok hiányában még repülő hüüllőként írta le!

Pedig nemcsak a paleontológusok, de a laikus olvasók, tudományismertető tévéműsorok nézői, vándorkiállítások látogatói számára is szembeötlő kellene legyen, hogy a mai madaraknak szinte teljességben megfelelő alsó-kréta *Ornithurae* fajok milyen nagy mértékben különböznek a *Dinosauria* (*Theropoda*–*Dromaeosaurida*–*Coelurosaurida*–*Maniraptora*) – *Sauriurae* (*Archaeornithes*–*Enantiornithes*) vonal képviselőinek jellegeitől. S ma már nem lehet a XIX. századbeli közmondásra se hivatkozni: „madarat tolláról...”, mivel az utóbbi évtizedek legnagyobb szenzációt jelentő leletei a tollas dinoszauruszok voltak. Tehát, kiderült, hogy a toll nem kizárólagosan madárjelleg! Hiszen például a krétabeli *Tyrannosaurus* nem igazán lehet madárnak tekinteni, pedig az egyik felfedezett példányán tollazat, illetve ahhoz hasonló keratinszalag lenyomatát mutatták ki nemrégiben. Ma már inkább az igaz, hogy: „minden madár tollas állat, de nem minden tollas állat madár”.

Az is tény viszont, hogy ha nem összefüggő vázzal és toll-lenyomatokkal rendelkező lelettel van dolga a szakértőnek, akkor igen nehezen fogja tudni eldönteni, hogy theropoda dinoszaurusz, vagy gyíkfarkú „ősmadár” lelettel van dolga. Ezért aztán furcsának tűnnek azok a szakemberi vélemények is, amelyek az erdélyi Királyerdő Cornet nevű bau-

xit-kitermelési telepén 1978-ban felfedezett, alsó-kréta korú és 1984-ben azonosított *Archaeopteryx*-maradványokról (Kessler – Jurcsák, 1984) feltételezték, hogy esetleg Coelurosauridától származnak. (Benton et al., 1997). Persze, lehetséges, de a bajorországi hét csontvázról és a kínai *Confuciusornis*-ről is teljes joggal állítható ugyanez! Hiszen ez jelenti a dinoszaurusz–madár leszármazási elmélet alapját! S az is több mint valószínű, hogy ebből a már tollakkal rendelkező és akár vitorlázó repülést is végző állatcsoportból fejlődtek ki később a krétában (főleg a felső-krétában) világszerte elterjedt *Enantiornithidae*-típus képviselői. Náluk már számos madárszerű jelleg is kialakul (rövid farkcsont, melltaraj, csigolya- és koponyajellegek, csüdszerkezet), de számos olyan jellegben különböznek a valódi madaraktól, amelyek az utóbbiaknál már az alsó-krétában jelen vannak, egyöntetűen minden leletük esetében a mai madarakkal bezárólag.

A laikus néző, de akár a madár-csonttanban kevésbé jártas paleontológus/biológus számára is meglepő, hogy a madarak dinoszauruszoktól való származtatásának szorgalmazói a külalakra koncentrálnak, és a publikációikban, valamint a médiában színes tollazatban pompázó lényekként ismertetik a dinoszauruszok egy részét és a belőlük leszármaztatandó „ősmadarakat” is. Szó se róla, ezeken tényleg madárnak néznek ki. Csak hát, az állatrendszertanban jártasok jól tudják, hogy nem minden mindig az, aminek látszik! Számtalan gerinctelen és gerinces állat tűnik első ránézésre egészen más állatcsoportba tartozónak, mint valójában. A farkúszó alakját leszámítva a cápa–halgyík (*Ichthyosaurus*)–delfin külalak is meglepően hasonló, de számtalan más példát is fel lehetne sorolni ebben a témában. A lényeg – amit a kutató-

nak, de akár az élővilág iránt érdeklődőnek sem szabad sohasem szem elől téveszteni – az, hogy az azonos környezeti feltételek hatására különböző elődökből kiindulva is igen hasonló jellegek alakulhatnak ki az élővilágban! Az élővilág változékonyságának köszönhetően ugyanis minden generáció révén számos változatot „ajánl fel” a környezetnek, amely ezekből az éppen megfelelőt részesíti előnyben, és segíti szaporodási lehetőséghez. Minél kisebb a változékonyság, annál inkább veszélyeztetve van az adott populáció egy környezeti változás miatt, ami végül a típus kipusztulásához vezet. Az előbbi példából is látható, hogy a vízben való gyors úszáshoz az áramvonalas vagy a féregszerű testalkat a legalkalmasabb, s így nem véletlen, hogy nemcsak az elsődlegesen vízi állatoknál alakul ki ez (lásd a ragadozó halak többségénél is, illetve a másik változatot például az angolnáknál), de a másodlagosan vízi életmódra váltóknál is (például: pingvinek, cetek, szirének, fókák, vidrák stb.) is jellemző. S akkor miért lepőd-nénk meg azon, hogy a kistermetű, két lábon járó, mellső végtagjukat szárnyként használó, tollas típusoknál is ekkora a külső hasonlóság? S főleg, miért lenne kötelező ebből a hasonlóságból leszármazást, közeli rokonságot is kikövetkeztetni? Hiszen a cápa–halgyík–delfin alakhasonlóság esetében sem tesszük ezt!

A fentiekből következik az is, hogy a leszármazást és a madarak evolúciójának kérdését nem lehetséges az eddigi szemléletmód alapján kezelni. A genetika nem tud segíteni, hiszen visszaszámítási/következtetési módszerei az őslénytani anyag esetében, vizsgálható anyag hiányában, tehetetlenek. Ami véletlenül mégis fennmarad (például a múlt években talált *Tyrannosaurus*-combcsonthoz felfedezett vértetecskék maradványai) az is igen töredékes DNS-t eredményezett, amiből csak

azt lehet megtudni, hogy hüllőtől származik, és rokon a madarakkal, de ezt eddig is tudtuk. A „genetikai óra” amúgy is csak egy-kétszáz-ezer évre érvényes visszamenőlegesen. Márpedig az őslénytan által vizsgált anyagok ennél sokkal régebbiek, a kérdéses témában pedig éppenséggel a 200–70 millió év közötti időszakra esnek.

Maradnak konkrétan a morfológia, elsősorban a csonttan, és közvetve a hozzá kapcsolódó izomtan, biomechanika, az összehasonlító anatómia és élettan, valamint az evolúció törvényszerűségei.

Figyelembe véve a fentieket, de ragaszkodva a realitásokhoz, csak az ismert leletek morfológiájának vizsgálatából indulhatunk ki. Szerintem, a probléma kulcsa a kizárólagos madárjellegek kiválasztásában rejlik. Ugyanis a gerincesek őslénytanában régi szabály, hogy a többnyire hiányos leletek, az evolúciós sorozatok rendkívüli ritkasága miatt biztonságos kapaszkodókat kell találni a vizsgálható anyagban. Vagyis, olyan csonttani jellegeket, amelyek bár nem gyakoriak, de szinte egymagukban is képesek eldönteni egy-egy lelet hovatartozását. Ez mind a fajok, mind a magasabb rendszertani egységek, így az osztályok szintjén is érvényes. Ilyenek például az állkapocsnélküliek (*Agnatha*) és az állkapocsos halak esetében az alsó állkapocs léte vagy hiánya; a porcos halak és csontos halak esetében a kopoltyúfedőké (operculiák), a halak és a páncélos kétélűek viszonylatában a nyakszirti büttyök és az első nyakcsigolya (a *proatlas*) megjelenése, a kétélűek és a hüllők esetében a több nyakcsigolya, majd a valódi bordák és a mellkas (az utóbbiaknál) létezése, míg a hüllők és az emlősök fontosabb megkülönböztető jellegei: az alsó állkapocs szerkezete, a hallócsontocskák száma, a kettős nyakszirti büttyök. Ezek – ha vizsgálhatóak

– mindig biztonságosan eldöntik a hovatartozást. Ugyanis nincs átfedés, ezek kizárólagos jellegek, és az illető állatcsoport minden típusánál és egyedénél jelen vannak (kivéve, ha esetleg utólag visszafejlődtek, bár a fentieknél erre igen kevés példát ismerünk).

Nos, a valódi madarak is rendelkeznek ilyen kizárólagos jellegekkel, amelyek révén el lehet dönteni, hogy melyik „ősmadár”-típussal állunk szemben. Ráadásul az *Ornithurae* társaság valamennyi egyede vagy típusa az alsó krétától kezdve bír ezekkel a jellegekkel. Mivel a fossziliáknál jóformán csak a csontváz marad fenn, e vizsgálható kizárólagos tulajdonságok is csak erre szorítkozhatnak.

A csontváz esetében ilyen jellegnek számít a kéz vázának szerkezete. Nem sok, de ahol megvan, ott nehéz vita tárgyává tenni. Csak az *Ornithurae*-típusnál létezik proximálisan és disztálisan is összenőtt kéztő- és kézközépcsontokból álló szerkezet (*carpometacarpus*). Ami pedig azt illeti, hogy a teropodáknál, gyíkfarkú ősmadaraknál és a valódi madaraknál a kézen megmaradt három ujj az eredeti öt ujj melyikéből is fejlődik ki, azt szintén régóta vitatják. A legújabb kutatások (Hinchliffe, 2008) is azt igazolják, hogy míg a valódi madaraknál ez a második-negyedik ujjat, addig a teropodáknál és a gyíkfarkúaknál az első-harmadik ujjat jelenti.

A második olyan jelleg, amellyel csak a valódi madaraknál találkozunk, az a combcsont disztális végének ízületi büttykeinél található. A szélső (laterális) büttyök ugyanis egy vájat által két részre válik. A külső ízületi fejhez a szárkapocscsont, míg a belsőhöz már csak a sípcsont ízesül. Ez a jelleg teljes mértékben hiányzik a gyíkfarkú madaraknál és a legtöbb teropodánál, de megvan az utóbbiak esetében például a Troodontidáknál. Igaz, a madarakétól teljesen eltérő alakban. Ez is

inkább analóg evolúcióra utal, mint leszármasításra. A legújabb kutatások eredményei (Elzanowski, 2008) szintén ezt erősítik meg. A Kárpát-medence eddig ismert mezozoikumai madárananyagának értékelésénél is nagy jelentőségű ennek a jellegnek a léte illetve hiánya, mivel teljesen véletlenszerűen, valamennyi ismert leletben előfordul a teljes combcsont, illetve annak disztális töredéke.

A legrégebbi (Erdély, Királyerdő, Cornet lelőhely, alsó-kréta korú, jura-kréta határ, kb. 140 millió éves) anyag, a *Palaeocursornis biharicus* (Kessler–Jurcsák, 1986) pingvinszerű madár combcsontjának esetében a jelleg nyilvánvalóan megmutatkozik, igazolva egyúttal a maradvány valódi madár voltát (Kessler – Jurcsák, 1986). A 2005-ben, az erdélyi Hát-szegi-medencében, Szentpéterfalván (felső-kréta, kb. 67 millió év) felfedezett combcsonton, amelyet *Elopteryx nopscai* (Andrews, 1913) néven, eredetileg mint gödényszerű madarat azonosítottak, a jelleg szintén jól láthatóan jelen van, és zártan cáfolja a taxon *Alvarezsauridae* teropodaként való besorolását is (Kessler et al., 2005). S végül, a bakonyi Iharkut felső-krétakori (kb. 80 millió év) lelőhelyéről előkerült és leírt combcsontoknál (Enantiornithes gen. et sp. indet. és Aves indet.) (Ösi, 2008) a jelleg hiányzik, ahogy jellemző is a Sauriurae csoport esetében. Egyúttal ez azt is jelzi, hogy az *Aves indet.*-ként leírt combcsont nem származhat *Ornithurae*-madártípustól! S persze, nemcsak ezért nem lehet Közép-Európa és egyúttal a Kárpát-medence legrégebbi madárlelete, hanem azért sem, mert az erdélyi Királyerdő Cornet nevű lelőhelyének fentebb említett anyaga 60 millió évvel idősebb.

Még érdekesebb a helyzet a bordák esetében. Valamennyi valódi madár bordája két csontos részből áll, és a mellkas oldalának középtájékán egymással mozgatható ízületet

képez, amely által bezárt szög határozza meg, hogy a madár éppen ki- vagy belelegzik. Ez mind a testre fektetett szárnyaknál, mind repülés közben érvényes. Ezt a jelleget egyetlen dinoszaurusznál, illetve *Archaeornithes* vagy *Enantiornithes* típusú „ősmadárnál” sem találjuk meg. Valamennyinek egyetlen csontos részből álló, a gerincet és a mellcsontot összekötő bordái vannak a gerinc háttájkán! Az emlősökhöz hasonlóan ugyanis a bordák hasi része porcos maradt, és rendszerint nem is fosszilizálódott. Ugyanakkor, a tárgyalt jelleget nem tekinthetjük kizárólagos madár tulajdonságnak sem, mivel a krokodiloknál, a *Pterosaurusoknál* és a gyíkoknál is megvan. Vizont pont az a tény, hogy hiányzik mind az összes dinoszaurusz-típusnál, mind a belőlük származtatott „ősmadaraknál”, arra utal, hogy a diapsid hullók esetében a jelleg ezen két vonala a kezdetektől külön úton fejlődött, s nem csak az *Archosauria* csoporton belül! Itt kell megjegyeznünk azt is, hogy míg a valódi madarakra jellemző a bordák felső részén található, hátranyúló horgasnyúlványok (*processus unciformis*) jelenléte, addig a gyíkfarkú madaraknál ezek ismeretlenek (viszont megvannak például a kaméleonoknál). S ha így van, akkor az *Archaeornithes* és *Enantiornithes* ősmadártípusok ténylegesen dinoszaurusz-leszármazottak, míg a valódi madarak semmiképpen sem azok! Ellenérv lehetne, hogy a madarak és a dinoszauruszok közös vonása a csípőizület vágójának belső falán található csontos hártárával fedett nyílás. Ez minden más hullócsoporthoz, illetve az emlősökhöz is hiányzik. Csakhogy ez ugyanúgy kialakulhatott analóg fejlődés során is, mint számos más közös jelleg. Főleg ha tekintetbe vesszük a hasonló biped járásmódot a madaraknál és számos dinoszaurusz-típusnál (töb-bek közt a teropodaknál).

Az ilyen jellegű egybeesésekre jó példa egy új, érdekes lelet. 2007-ben fedeztek fel Mongóliában egy *Velocinaptor*-típusú teropoda vázat (Turner et al., 2007b), amelynek singcsontján az aktívan repülőképes madarak többségére jellemző csontszemölcsöket mutattak ki. (Ezekhez rögzülnek a szárny másodrangú evezőtollai). Mivel a *Velocinaptor* kinézése, életmódja és főleg a mellső végtag jellege nyilvánvalóan kizárja, hogy bármilyen köze is lehetett a repüléshez, a szemölcsök viszont egyértelműen a tollak szilárd rögzítésére szolgálnak, kérdés, hogy ebben az esetben milyen szerepük lehetett? Erre az a válasz, hogy valamilyen szilárdan álló szaruképlet rögzítéséhez voltak szükségesek. Ilyen lehetett pl. egy-egy védelmi célból kialakult szarutüske, vagy a párválasztás szolgálatában álló díszitollazat. Talán soha nem tudjuk meg, hogy erről volt szó vagy másról, de az a tény, hogy egy újabb, eddig madárjellegnek tartott tulajdonságról derült ki, hogy más állattípusnál is előfordulhatott. Az, hogy egyes jellegek mozaikosan jelen lehetnek teljesen eltérő csoportoknál, azt mutatja, hogy analóg, és nem homológ fejlődési folyamat eredményéről van szó.

Az előbbieket arra is felhívják a figyelmet, hogy a statisztikai jellegű módszerek – pl. a manapság népszerű kladisztika – egyik hiányossága, hogy egybemossák a kizárólagos jelentőségű jellegeket a többivel, és csak feltevezett elsődleges vagy másodlagos kialakulásuk szempontjából vizsgálják őket. Ezzel a módszerrel igazolják gyakran a dinoszauruszmadár leszármasítás hívei is állításukat. De bármennyi közös jellege is lehet két különböző maradványnak, ha az alapvető jellegben különböznek; akkor a hasonlóság nyilvánvalóan csak az analóg fejlődésnek köszönhető, oka a környezeti feltételek hatásában keresendő és nem a rokonságban. Ha a kladogram

elkészítése során például a bordák jellege, a combcsont külső bütykének vágója, illetve az összeforrt kézközépcsont léte csak egy-egy a sok vizsgált tulajdonság közül, akkor a plusz vagy mínusz egy-két jelleg nem sokat számít a végső elszámolásnál. A valóságban viszont egy ilyen jelleg léte/hiánya egyedül is kizárhatja vagy megerősítheti a vizsgált taxonok rokonságát. A tejmirigyek, majd az emlők léte az emlősöknél egymagában is perdöntő jelleg a többi állatcsoporttal összevetve. Ahogy az emlős típusú hullók (*Sinapsida*) kettős nyakszirti bütyke is az, a többi őshüllővel összehasonlítva. Tehát az ősmadarak esetében sem kell mást tenni, mint követni az ilyen jellegek megjelenését és további alakulását. A Triászban és Jurából nincsenek maradványok a *Protoavis*-on és az *Archaeopteryx*-en kívül, a krétakoriaknál ebben a tekintetben már jól elválaszthatóak a típusok, a Mezozoikum után meg már csak a valódi madarak képviselői élnek tovább. Így levonható a következtetés, hogy egyrészt a gyíkfarkú (*Sauriurae*) ősmadarak és a valódi (madárfarkú vagy *Ornithurae*) madarak nem egymás leszármasítottjai, másrészt hogy előbbieket származhatnak akár a dinoszauruszok bizonyos csoportjaitól is (amire a jellegeik is utalnak), de utóbbiak legfeljebb csak egy *Archosauria*-típusú közös őstől eredeztethetőek. Legkésőbb már a kora-jurában el kellett válniuk a másik fejlődési vonaltól, a hasonló jellegeik pedig a környezetnek és az életmód-nak köszönhetőek.

Csak egy példával illusztrálnám az előbbi állítást. A *Hesperornithiformes* rend képviselői nagytermetű bűvármadarakhoz hasonlítanak, és már az alsó-krétában úgy jelennek meg, ahogyan majd a felső-kréta végén eltűnnek az élővilágból. Már legkorábbi egyedeik sem rendelkeznek mellső végtagokkal, azokat csak a felkarcsont csökevénye képviseli, taraj nél-

küli a mellcsontjuk, viszont jól fejlett evezőlábaik vannak. Minden más jellegben meg-egyeznek a többi valódi madárral. Ebből csak az a következtetés vonható le, hogy a specializálódásuk a vízi élethez és a lábbal történő evezéshez már sokkal hamarabb megtörtént, mint amilyen korú kövületekből ismertek. S mivel ez az állapot már az alsó-krétában fennáll, a specializálódás valamikor még a felső-jurában meg kellett történnie. A még teljes szárnnyal bíró elődeik pedig még korábban kellett kialakuljanak. De hasonló a helyzet a többi alsó-krétából ismert valódi madárfajjal és -típussal is (*Ambiortus*, *Apatornis*, *Chayoan-gia*, *Eurolimnornis*, *Palaeocursornis* stb.) (Kurochkin, 2006). Ugyanakkor, a dinoszauruszmadár leszármazási elmélet hívei szerint is, a madarak őseinek tekinthető theropoda típusok legkorábban a középső jurában jelennek meg (Turner et al., 2007a).

Ezért is úgy vélem, s nemcsak én, hanem más paleornitológusok is (mint például Alan Feduccia, Evgeny N. Kurochkin és mások), hogy a dinoszauruszok legfeljebb a gyíkfarkú ősmadarak elődei lehettek, de semmiképpen sem a valódi madarakéi is. (Feduccia, 1999; Kurochkin, 2006).

Két és fél évszázada – Karl Linnének is köszönhetően – az élővilág kutatásával foglalkozók rendszertani egységekben, taxonokban gondolkodnak. Ez jelentősen megkönnyíti bárki eligazodását a nagyszámú típussal rendelkező és igen változatos élővilágban, illetve a maradványok között. Ez a rendszerezési módszer kitűnő eszköz a tudomány birtokában, de nem lenne szabad visszaélni vele, és tudomásul kell venni, hogy elvont fogalmakról van szó. Hasonló a helyzet a modern biológia más ilyen eszközeinél is, mint például a kladisztikai módszerek vagy az összehasonlító genetika módszerei (DNS-szekven-

ciák, markerek stb. vizsgálata) esetében is. Csak arra kell őket használni, amire ki lettek fejlesztve, és főleg nem kell kőbe vésett igazsággként kezelni az eredményeiket. Ugyanis ez utóbbiak egyrészt mindig a tudományos ismeretek pillanatnyi állását tükrözik, másrészt pedig mesterségesen, az emberi agy által létrehozott kategóriákkal, általánosításokkal operálnak, és tévútra vezethetnek, ha elvonatkoztatunk az élővilág fejlődésének természetes törvényszerűségeitől. Nem véletlen, hogy a faj fogalmának – mint alap rendszertani egységnek – a megfogalmazása és annak egyöntetű elfogadtatása a mai napig nem tekinthető lezártnak. A kutató kénytelen vele dolgozni, de főleg a fosszilis anyagok esetében számtalan nehézséggel találkozunk egy-egy kihalt faj definiálása közben. Márpedig attól nem lehet elvonatkoztatni, hogy valamennyi ma létező élőlény egyed csak azért élhet, mert az elődei számtalan generáció során át tudták örökíteni utódaikra a jellegeiket. Ahol ez valamilyen okból nem sikerült, az a vonal kihalt. Előbbiekből viszont az is következik, hogy valamennyi egyed ily módon vissza tudja vezetni családfáját a legelső földi élőlényekig!

Az evolúció során folyamatosan bekövetkező változások mentén az egyes ilyen ősi szervezetek eljutottak a kb. 3,2 milliárd év alatt az emberig, míg mások megmaradtak a bakterium vagy az egysejtű szintjén. De ugyanonnan és ugyanakkor indultunk! Ezen az úton két egymást követő generáció esetében sohasem lehet gyökeres változásokat kimutatni. Az átalakulás – ha az a szelekció során kedvező hatású – folyamatos, de a végeredmény csak számos generáció után látható. Ilyenkor a taxonómia egy „mérőföldkövet” helyez el, és új fajként kezeli az elődtől már kisebb-nagyobb mértékben eltérő utódot. Ahol pedig a változatos környezeti körülmé-

nyek több különböző jelleg önálló kialakulását tették lehetővé, ott „útelágazásokat” jelző „táblákat” helyezünk el a rendszertanban. Mivel ezeket a „mérőföldköveteket, táblákat”, vizsgálati eredményeink, következtetéseink, spekulációink alapján alkalmazzuk, tévedhetünk is, és ezeket a tévedéseket mindig az utókor fogja helyesbíteni, helyre rakni, az állítások helyességét eldönteni.

Az őslénytanak pont az a szerepe, hogy megpróbálja követni az évmilliárdok óta folyó átalakulásokat, s hogy legjobb tudása alapján ezeket a „mérőföldköveteket”, „útelágazást jelző táblákat” elhelyezze. Helyzetét megkönnyíti, hogy a különböző korú rétegekből előkerülő maradványok összehasonlításával jól megkülönböztethető változásokat tud kimutatni, de lényegesen megnehezíti az, hogy az egykori élővilágnak rendszerint csak elenyésző része fosszilizálódhat (illetve kerülhet napvilágra), és ráadásul a maradványok részlegesek, sőt leggyakrabban töredékesek. Így aztán az összehasonlítás, illetve a leszármazás, rokonság kimutatása sem lehet tökéletes, és főleg, nem történhet meg az esetek jó részében. A tengeri üledékekben előforduló gerinctelenek esetében ez kevésbé jellemző, de a szárazföldi gerinceseknél igen gyakori.

Természetesen, az utóbbi észrevétel igen csak jellemző a madárőslénytanra is. A köztudatba nagyon kevés madárőslénytani eredmény került be. Még a más területen dolgozó paleontológusok is meglepődnek azon, hogy a közhiedelemmel ellentétben a madár ősmaradványok nem is olyan ritkák, és hogy milyen sok faj élt már a krétában vagy a harmadidőszakban, és főleg, hogy mennyire jellegzetesek egyes madárcsoportok csonttani jellegei, még a csontváz legtöbb vázrészére vonatkoztatva is. Ennek köszönhetően lehet mindössze egyetlen csontból, illetve annak is

egy-egy jellemzőbb töredékéből faj szintig meghatározni a leletanyagot. Ez legtöbbszörnek hihetetlenül hangzik, de ez jelenti egyrészt a könnyebbséget, de ugyanakkor a vizsgálatok nehézségét is. Előny, mivel nem szükséges teljes vázat vagy csak bizonyos vázrészlet megtalálni; hátrány is, mert sok csonttípussal kell dolgozni, és nagyon nehéz a korelláció is, ha egy-egy kihalt fajt más és más csonttípusból kell azonosítani. De véleményem szerint, le kell írni a leleteket, mivel az utódainknak a kutatásban ez fog kiindulópontot jelenteni. S ha hibás a határozásunk, ők majd új anyagok és adatok birtokában helyesbíteni fogják. A semmit nem lehet, ugyebár? Sajnos, azzal is számolni kell, hogy feltárt lelőhelyek ki nem emelt ősmaradványai különböző okoknál fogva tönkremehetnek (bányászat, földrengés, építkezések stb.), de azzal is, hogy a meg nem határozott, le nem írt maradványok, akár a raktározási helyükön is megsemmisülhetnek (lásd a Magyar Nemzeti Múzeum épületében elhelyezett őslénytári anyag egy részének a sorsát az 1956-os forradalom alatt kitört tűzvész következtében), s így örökre elvesznek a tudomány és az emberiség számára.

Az evolúcióval foglalkozók körében nemcsak a taxonok meghatározása, kialakulása, de az élettartamuk is téma. Mivel a változás folyamatos és meg nem szakított, az élettartam, illetve ennek a fajra való kivetítése, a fajöltő fogalma is mesterséges kapaszkodó a kutatásban. A madarak esetében Pierce Brod-korb amerikai paleornitológus foglalkozott behatóbban a valaha élt madárfajok feltehető számával és a fajöltő hosszával. Ő ezt öt-százézer évtől (a negyedidőszakiaknál) négymillió évig (a harmadidőszakiaknál) terjedő időszámban határozta meg, míg a mezozoikum esetében sok-sok millió év lehet (Brod-

korban, 1960). Tekintve, hogy a legtöbb mai madárfaj kb. egy-két éves korban lesz ivarérett és képes szaporodásra, ez kb. 300–500 ezertől két-hárommillió generációig való terjedést jelent! A nagyobb termetű fajoknál persze ez a szám csökkenhet, mivel később érik el az ivarérettséget, de náluk is több százezer vagy millió generációt jelenthet.

A ma rendelkezésre álló gazdag szakirodalom alapján kimutatható, hogy a mai madártípusok legrégebbi elődei mikor jelentek meg. Így a vízimadarak kategóriájába tartozóak jó része már a Krétában és a kora harmadkorban jelen van az üledékekben, a futómadár-típusok, a tyúkfélék, a ragadozók a harmadidőszak elejétől, daru-guvatalkatúak, liléfélék, galambfélék, sarlósfecskék, szalakótafélék, papagájok s más rendek, családok képviselői a harmadidőszak közepétől, az énekesek pedig főleg az újharmadkortól (neogén) ismertek ősmaradványokból.

Nem szabad azonban megfélemedezni arról, hogy megint csak egy-egy „mértékföldkövet” azonosítottunk, hiszen a „kész” vízi- vagy futómadár, tyúkféle vagy ragadozó nem egyből lett olyan amilyen, hanem hosszú út vezetett el odáig, ahol már az elődöktől lényegesen eltérő jellegekkel rendelkezett. Ergo, minden fentebb említett megjelenési időhöz hozzá kell számítani a környezeti viszonyok által favorizált mutáns jellegek megerősödésének hosszú időtartamát is. Feltehető a kérdés, hogy rendszerint miért már csak a „kész”, elődeitől jól megkülönböztethető utód maradványait találjuk meg? Valószínűleg egyrészt azért, mivel az apróbb-nagyobb eltérő jellegek következtében ezeket eleve más taxonként szokták leírni. Másrészt pedig, mert a változás lehetőségét meghatározó mutáció bár rendszerint a populáció több egyedében is megjelenhet, és persze öröklődhet,

dominánssá válása és elterjedése hosszú időt vehet igénybe. Az illető populáció rendszerint csak egy szűkebb területen tud fennmaradni ezen idő jó része alatt. Így értelemszerűen, ősmaradványként való előfordulásának valószínűsége is igencsak minimális lehet.

Kirívó példa az énekesmadarak csoportja. Az ebbe a rendbe (*Passeriformes*) tartozó madarak nemcsak nagy faj és egyedszámukkal (a jelenlegi madárvilág kb. 9000 fájának több mint fele tartozik közéjük) tűnnek ki, hanem jellegeik specializáltsága révén is. Valamennyi énekesmadár fiókája csupaszon bújik ki a tojásból, és fészekben maradó (nidicol), azt csak a repülőkészség megszerzése után hagyja el végleg. A legváltozatosabb környezeti és táplálkozási viszonyokhoz alkalmazkodott fajaik léteznek, és terjedtek el az egész Földön a két sarkvidéken kívül. Bár főleg csak az újharmadkor elejétől ismertek, de legelső képviselőik is már a mai taxonokhoz rendkívül hasonló csonttani jellegekkel rendelkeznek. Ennek következtében, az igen gazdag leletanyag ellenére is csak kevés azonosított és leírt kihalt fajuk ismert. Azok is főként a nagyobb termetű varjúfélék családjához tartoznak. Mivel nehezen elképzelhető, hogy a kb. 20–25 millió év során, amióta ismertek, nem mentek át több fajlőtn, a miocénban vagy pliocénban éltek fosszilis fajoknak tekinthetjük, csak éppen a kihalt nemzetség- vagy fajdiagnózis megfogalmazásánál állunk szemben jórészt megkerülhetetlen akadályokkal. Joggal feltételezhető, hogy már az óharmadidőszakban léteztek, csak éppen a kis egyedszámú populációk maradványai vagy nem maradtak fenn, vagy még nem találták meg őket.

Az őslénytan s így a madárőslénytan egyik mindenkori problémája, hogy milyen rokonsági illetve leszármazási kapcsolat van a már kihalt fajok és rokon kortársaik, illetve az

utóbbiak utódai között. Ez a kérdés felvetődik már a mezozoikumi madarak esetében is, és nem könnyű mindig megválaszolni. Amikor aránylag könnyű, akkor azokról az ultraspecializálódott típusokról van szó, amelyek rövidebb-hosszabb földtörténeti virágzás után többé-kevésbé hirtelen eltűnnek az evolúció színpadáról. Ilyennek tekinthetőek a már említett evezőlábú és elcsőkevényesedett szárnyú krétakori *Hesperornis*-félék. A harmadidőszaki üledékekben már nyomukat sem találjuk, és egyetlen olyan maradványt sem ismerünk, amely leszármazottaiktól eredhet. Hasonló a helyzet a óharmad-időszaki (Paleogén) amerikai és óvilági nagytermetű, csőkevényes szárnyú, főleg ragadozó életmó-

dot folytató madarakkal is (*Dyathria*, *Phorusrhacos*, *Gastornis*), de ide sorolhatjuk Argentína miocénjéből az óriási keselyűt (*Argentavis magnificans*), valamint Afrika és Madagaszkár kihalt óriás futómadarait (*Aepyornis* és társai). Ezekben az esetekben nyilvánvaló az utód nélküli kihalás. A legtöbb esetben viszont az igencsak foghíjas ősmaradvány-sorozatok következtében igen nehéz megkülönböztetni a valóban utód nélkül kihalt típusok képviselőit, a túlélő, de már megváltozott jellegeket mutató utódokkal rendelkezőktől.

Kulcsszavak: *evolúció, fajképződés, fajlőté, kihalás, madárőslénytan, mezozoikum, Sauriuriae, Archaeornithes, Enantiornithes, Ornithurae*

IRODALOM

- Benton, Michael J. et al. (1997): Dinosaur and Other Tetrapods in an Early Cretaceous Bauxite-filled Fissure, Northwestern Romania. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 130, 275–292.
- Benton, Michael J. – Clark, James M. (1988): Archosaur Phylogeny and Relationships of the Crocodylia. In: Benton, Michael J. (ed.) *Phylogeny and Classification of Amniotes*. Systematics Association Special Volume 35A. Clarendon Press, Oxford, 295–338.
- Brodtkorb, Pierce (1960): How Many Species of Birds Have Existed? *Bulletin of the Florida State Museum. Biological Sciences*. University Of Florida, Gainesville, 5, 3, 41–53.
- Chatterjee, Sankar (1994): *Protoavis* from the Triassic of Texas: The Oldest Bird. *Journal für Ornithologie*. 135, 1–330.
- Elzanowski, Andrzej (2008): The Avian Femur Morphology and Terminology of the Lateral Condyle. *Oryctos*. 7, 1–5.
- Feduccia, Alan (1999): *The Origin and Evolution of Birds* (Second Edition). Yale University Press, New Haven–London, 466.
- Gauthier, Jacques A. (1984): *A Cladistic Analysis of the Higher Systematic Categories of the Diapsida*. Ph.D. Dissertation. University Of California, Berkeley
- Hinchliffe, Richard (2008): Bird Wing Digits & Their Homologies: Reassessment of Developmental Evidence. *Oryctos*. 7, 7–12.

- Kessler, Eugen - Jurcsák, Tiberiu (1984): Fossil Bird Remains in the Bauxite from Cornet (Romania, Bihor County). *Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle „Grigore Antipa”*. 24, 393–401.
- Kessler, Eugen – Jurcsák, Tiberiu (1986): New Contributions to the Knowledge of the Lower Cretaceous Bird Remains from Cornet (Romania). *Travaux Du Muséum d'Histoire Naturelle „Grigore Antipa”*. 27, 289–295.
- Kessler, Eugen – Grigorescu, D. – Csiki, Z. (2005): Eopterix Revisited – A New Bird-Like Specimen from the Maastrichtian of the Hateg Basin (Romania). *Acta Paleontologica Romaniae*. 5, 249–258.
- Kurochkin, Evgeny N. (2006): Parallel Evolution of the Ropod Dinosaurs and Birds. *Entomological Review*. 86, Suppl. 1, 45–58.
- Ósi Attila (2008): Enantiornithine Bird Remains from the Late Cretaceous of Hungary. *Oryctos*. 7, 55–60.
- Parrington, Francis R. (1956): A Problematic Reptile from the Upper Permian. *Annals and Magazine of Natural History*. 12, 333–336.
- Tatarinov, L. P. (1960): Otkrytie Psevdozuchii V Verkhnie Permi SSSR. *Paleontologicheskii Zhurnal*. 1960, 74–80.
- Turner, Alan H. et al. (2007a): A Basal Dromaeosaurid and Size Evolution Preceding Avian Flight. *Science*. 7 September 2007. 317, 1378–1381.
- Turner, Alan H. et al. (2007b): Feather Quill Knobs in the Dinosaur *Velociraptor*. *Science*. 21 September 2007. 317, 1721.